

12 **Gebrauchsmuster**

U 1

(11) Rollennummer G 90 07 731.8

(51) Hauptklasse G01C 1/02

Nebenklasse(n) G01C 3/00

(22) Anmeldetag 15.10.90

(67) aus P 40 32 657.8

(47) Eintragungstag 10.11.94

(43) Bekanntmachung
im Patentblatt 22.12.94

(54) Bezeichnung des Gegenstandes

Meßeinrichtung zur Positionsbestimmung
opto-elektronisch darstellbarer Raumpunkte

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers

IBP Pietzsch GmbH, 76275 Ettlingen, DE

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters

Geitz, H., Dr.-Ing., Pat.-Anw., 76133 Karlsruhe

BEST AVAILABLE COPY

G 90 07 731.8
IBP Pietzsch GmbH
Anwaltsakte: 943217

Meßeinrichtung zur Positionsbestimmung opto-elektronisch
darstellbarer Raumpunkte
=====

Beim Vermessen von Raumpunkten kommt es immer darauf
an, den Vektor eines zu vermessenden Punktes bzw.
dessen Koordinaten in einem räumlichen Koordinaten-
system zu bestimmen. Dafür müssen die dem jeweiligen
05 Punkt zugeordneten Winkelwerte in Azimut und Elevation
sowie dessen Entfernung vom Meßpunkt ermittelt werden.

Winkelmessungen der vorgenannten Art werden in aller
Regel mittels Theodoliten in der Weise durchgeführt,
daß ein um eine vertikale Achse drehbares und um
10 eine horizontale Achse schwenkbares Fernrohr mit
seiner Zielachse auf den zu vermessenden Raumpunkt
ausgerichtet wird. Die Horizontal- und Vertikalwinkel
sind dann unmittelbar ablesbar.

Für Distanzmessungen werden hingegen häufig optische
15 Entfernungsmeßgeräte verwendet, die auf dem Prinzip
der Dreiecksmessung beruhen. Mittels derartiger Ent-
fernungsmeßgeräte wird ein zu vermessendes Ziel von
zwei längs einer Basislinie beabstandeten Punkten aus

anvisiert und die Entfernung aus dem Basisabstand der Visierlinien und dem von diesen eingeschlossenen Winkel bestimmt.

05 Beim Vermessen von Raumpunkten mittels der oben erläuterten Meßeinrichtungen sind immer zwei getrennte Meßvorgänge erforderlich, nämlich die Bestimmung der Winkelwerte einerseits und eine Entfernungsmessung andererseits. Abgesehen davon, daß dies zeitaufwendig und umständlich ist, können sich auch angesichts
10 der getrennten Meßvorgänge und des jeweils gesonderten Ausrichtens der Meßgeräte leicht Meßfehler einschleichen. Die genannte Meßmethode ist auch nicht für Positionsmessungen bei Handhabungssystemen geeignet.

Es ist aber auch schon das Vermessen von Raumpunkten
15 mittels zweier an beabstandeten Orten aufgestellter Theodoliten bekannt, die dann die Endpunkte einer Basis bilden und auf den zu vermessenden Raumpunkt ausgerichtet werden. Eine Rechnerauswertung der an den beiden Theodoliten abgegriffenen Azimut- und
20 Elevationswinkel liefert dann die Raumkoordinaten des Punktes.

Auch dieses Verfahren hat sich als recht aufwendig insofern erwiesen, als dafür mindestens zwei Theodoliten erforderlich sind und naturgemäß deren Basis-
25 daten vor dem Vermessen von Raumpunkten ermittelt werden müssen. Insoweit erscheint auch diese Meßmethode verbesserungsbedürftig.

Durch die Erfindung soll daher eine Meßeinrichtung

10.10.94

zur Positionsbestimmung von Raumpunkten geschaffen werden, die einfacher als die vorbekannten Meßeinrichtungen handhabbar und insbesondere auch für Positionsmessungen bei Robotern oder sonstigen Handhabungssystemen brauchbar ist.

Diese Aufgabe ist durch die Schaffung einer Meßvorrichtung der vorgenannten Zweckbestimmung gelöst, bei der ein um eine Azimut-Achse und eine Elevations-Achse bewegbarer Meßkopf mit einem Zielerfassungsgerät und einem Entfernungsmeßgerät ausgerüstet ist, deren Zielachsen präzise aufeinander ausgerüstet sind und unter einem vorbestimmten Winkel gegenüber den Bewegungsachsen des Meßkopfs verlaufen, bei der ferner jeder Bewegungsachse ein Stellantrieb und ein Winkelgeber zugeordnet sind und die Stellantriebe und die Winkelgeber sowie das Zielerfassungsgerät und das Entfernungsmeßgerät mit einem Rechner wirkverbunden sind und schließlich ein Bediengerät mit dem Rechner verbunden ist.

Kennzeichnend für die Meßeinrichtung nach der Erfindung ist somit die Zuordnung des Entfernungsmeßgerätes und der Mittel zum Bestimmen der Winkelwerte zu einem um zwei rechtwinklig zueinander verlaufende Achsen bewegbaren Meßkopf, der darüber hinaus noch mit einer Einrichtung zur genauen Zielpunkterfassung ausgerüstet ist.

Mittels der Meßeinrichtung gelingt somit das präzise Vermessen von Raumpunkten mit einer Einstellung in einem Meßvorgang, indem ein zu vermessender Raumpunkt

9007731

über eine opto-elektronische Bilddarstellung, etwa ein Monitorbild, anvisiert und dabei die Zielachse einer Entfernungsmeßeinrichtung auf die Visierachse und damit auf den Raumpunkt präzise ausgerichtet
05 wird und danach die Winkelwerte des Raumpunktes in Azimut und Elevation sowie dessen Entfernung vom Ort der Messung bestimmt und aus den vorgenannten Daten die räumlichen Koordinaten des Raumpunktes bzw. dessen Vektor ermittelt werden. Dadurch ist
10 eine wesentliche Vereinfachung in der Handhabung und eine verbesserte Meßgenauigkeit erreicht.

Die Einstellung des Meßkopfs unter präziser Ausrichtung des Zielerfassungsgerätes und des Entfernungsmeßgerätes auf den Zielpunkt gelingt dabei mit Hilfe des mit
15 dem Rechner wirkverbundenen Bediengerätes, das gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung einen Zielpunktmonitor mit Zielkreuzeinblendung zum präzisen Anvisieren eines Raumpunktes und einen Datenmonitor zur Meßwertanzeige besitzt sowie für die verschiedenar-
20 tigsten Funktionen mit diversen Bedientasten und Joy-Stick zum Grob- / Feinrichten versehen ist.

Eine sinnvolle Weiterbildung sieht vor, daß bei der

(Hier sollen sich die ursprünglichen Beschreibungsseiten 6 bis 12 als neue Beschreibungsseiten 5 bis 11 unverändert anschließen.)

erfindungsgemäßen Meßeinrichtung die beiden Bewegungsachsen des Meßkopfs jeweils rechtwinklig zu den aufeinander ausgerichteten Zielachsen des Zielerfassungsgerätes und des Entfernungsmessgerätes verlaufen.

- 05 Zwar können grundsätzlich die Bewegungsachsen auch unter anderen Winkeln gegenüber den Zielachsen des Zielerfassungsgerätes und des Entfernungsmessgerätes verlaufen, aber bei einer Anordnung dieser Achsen jeweils rechtwinklig zueinander entfallen ansonsten
10 notwendige Korrekturmaßnahmen, die vermeidbare Rechnerkapazität beanspruchen würden.

Gleiches gilt für eine andere Weiterbildung, nach der die beiden Bewegungsachsen des Meßkopfs einander in einem Punkt schneiden.

- 15 Ein einfacher Aufbau der Meßeinrichtung ergibt sich, wenn gemäß einer besonders wichtigen Ausgestaltung der Erfindung der Meßkopf aus einem um eine vertikal verlaufende Achse für Azimut drehbar gelagerten Rahmen und einem in diesem Rahmen um eine horizontal verlaufende Achse für Elevation schwenkbar gelagerten Träger
20 besteht, auf dem das Zielerfassungsgerät und das Entfernungsmessgerät angeordnet sind.

- Bei einer derartigen Ausgestaltung hat sich als zweckmäßig erwiesen, wenn die Stellantriebe zum Verschwenken
25 des Trägers um dessen Elevations-Achse und zum Drehen des den Träger aufnehmenden Rahmens um die Azimut-Achse dem Rahmen zugeordnet und mit der jeweiligen Achse schlupflos wirkverbunden sind. Bei diesen Wirkverbindungen kann es sich insbesondere um Zahnriementriebe handeln.

Gleichfalls als vorteilhaft hat sich bei der vorgenannten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Meßeinrichtung erwiesen, wenn der Winkelgeber der Elevation-Achse in bzw. an dem den Träger aufnehmenden Rahmen und der Winkelgeber der Azimut-Achse im Bereich der Lagerung dieser letztgenannten Achse angeordnet sind.

Ein besonders einfacher und kompakter Aufbau der Meßeinrichtung ergibt sich, wenn nach einem anderen Weiterbildungsmerkmal das Zielerfassungsgerät und das Entfernungsmessgerät übereinander angeordnet sind, wobei als Zielerfassungsgerät sich die Verwendung einer geeigneten Kamera als vorteilhaft erwiesen hat.

Anstelle nur einer Kamera können auch zwei mit ihren Zielachsen präzise auf die Zielachse des Entfernungsmessgerätes ausgerichtete Kameras vorgesehen sein, von denen die eine mit einer Weitwinkeloptik und die andere mit einem Teleobjektiv ausgerüstet ist. Im Interesse einer universellen Verwendbarkeit der Meßeinrichtung kann aber auch eine Zoom-Kamera zur Zielpunkterfassung eingesetzt werden.

Im Rahmen der Erfindung kann auch der bzw. einer Kamera unmittelbar eine im Strahlengang angeordnete Entfernungsmesseinrichtung zugeordnet sein. Auch kann über zwei im Winkel zueinander angeordnete Kameras in an sich bekannter Weise ein Stereobild erzeugt werden.

Für besonders präzise Distanzmessungen hat sich die Verwendung eines Laser-Entfernungsmessgerätes als vorteilhaft erwiesen.

Anhand der beigelegten Zeichnungen sollen nachstehend eine Meßeinrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren zur Positionsbestimmung optisch darstellbarer Raumpunkte erläutert werden. In schematischen Ansichten zeigen:

03.08.94

- 8 -

- 05 Fig. 1 einen mit einer Entfernungsmeßeinrichtung und je einer Kamera mit Weitwinkel- bzw. Teleoptik zur Zielerfassung ausgerüsteten Meßkopf zum Vermessen von Raumpunkten in perspektivischer Darstellung,
- Fig. 2 eine Schemadarstellung des gesamten Meßsystems mit Elektronik und Bediengerät und
- 10 Fig. 3 in einem Ausschnitt aus Fig. 2 das Bediengerät für sich allein in vergrößerter Darstellung.

Bei dem nachstehend anhand der Zeichnung erläuterten Ausführungsbeispiel der Erfindung handelt es sich um ein fahrzeugfest auf einem Waschroboter montierbares System zum Vermessen des Roboterfahrzeugs relativ zu einem zu reinigenden Fahrzeug.

15

Der in seiner Gesamtheit mit 10 bezeichnete Meßkopf nach Fig. 1 umfaßt einen nach oben offenen gabelförmigen Rahmen 11, der um eine vertikale Achse 12 (Azimut-Achse) drehbar gelagert ist. Innerhalb des gabelförmigen Rahmens ist ein um eine horizontale Achse 14 (Elevations-Achse) schwenkbarer Träger 15 aufgenommen. Dieser Träger ist mit einer Laser-Entfernungsmeßeinrichtung 16 ausgerüstet, deren Optiken 17, 17' für den Aus- und Eintritt des Laserstrahls übereinanderliegend auf einer Seite des Trägers mit rechtwinklig zu der Azimut- und Elevations-Achse 12, 14 verlaufender Zielachse angeordnet sind. Oberseitig auf dem schwenkbar innerhalb des gabelförmigen Rahmens 11

20

25

- 9 -

9007731

05 aufgenommenen Träger 15 sind nebeneinander zwei Kameras 18, 19 angeordnet, deren Zielachsen präzise mit der Zielachse der Laser-Entfernungsmeßeinrichtung 16 ausgerichtet sind. Die Kamera 18 ist mit einer Weitwinkeloptik und die Kamera 19 mit einem Teleobjektiv ausgerüstet.

10 Den Aufbau der Meßeinrichtung im einzelnen zeigt die Schemadarstellung nach Fig. 2. Dabei ist anstelle der beiden Kameras 18, 19 in Fig. 1 eine Zoom-Kamera 20 auf dem innerhalb des Rahmens 11 schwenkbar aufgenommenen Träger 15 mit der Laser-Entfernungsmeßeinrichtung 16 angeordnet.

15 Der den Träger 15 aufnehmende gabelförmige Rahmen umfaßt zwei parallel zueinander beabstandete Schenkel 22, 22', die durch einen untenliegenden Steg 23 miteinander verbunden sind. Von diesem Steg erstreckt sich unterseitig ein mit dem Rahmen 11 drehfest verbundener Lagerzapfen 24 fort, der innerhalb einer auf einer Steuereinheit 25 fest angeordneten Lagerung 26 drehbar aufgenommen ist. Diese Lagerung bildet zusammen mit dem Lagerzapfen 24 die Azimut-Achse 14. Der Lagerzapfen der Azimut-Achse steht mittels eines Zahnriementriebes 27 mit einer drehfest auf dem Lagerzapfen aufgenommenen Riemenscheibe 28 über ein mit einer Abtriebsscheibe 29 versehenes Getriebe mit einem 25 mittels eines Tachogenerators 31 gesteuerten Stellmotor 32 in schlupfloser Wirkverbindung.

Der Lagerung des innerhalb des gabelförmigen Rahmens 11

03.08.94

- 10 -

aufgenommenen Trägers dienen seitlich von diesem
vorstehende Lagerzapfen 34, 34', die drehfest mit
dem Träger verbunden und in den nach oben vorstehenden
seitlichen Schenkeln 22, 22' des Rahmens drehbar
05 gelagert sind. Die Lagerzapfen 34, 34' bilden die
Elevations-Achse 14. Einer dieser Lagerzapfen steht
über einen Zahnriementrieb 36 mit einer drehfest
auf dem Lagerzapfen 22' angeordneten Riemenscheibe
und ein mit einer Abtriebsscheibe 38 versehenen Ge-
10 triebe 39 mit einem weiteren Stellmotor 40 in schlupf-
loser Wirkverbindung, die von einem Tachogenerator 41
gesteuert wird.

Mit der Azimut-Achse 12 und der Elevations-Achse 14
ist je ein Winkelgeber 44, 45 zur Anzeige der jeweils
15 eingestellten Drehstellung des Rahmens 11 bzw. der
Schwenklage des Trägers 15 wirkverbunden. Der Winkel-
geber 44 für die Azimut-Achse 12 ist im Bereich der
den Lagerzapfen 24 aufnehmenden Lagerung angeordnet,
hingegen der Winkelgeber 45 für die Elevations-Achse 14
20 im Bereich des den Lagerzapfen 34 des Trägers 15
lagernden Schenkels 22 des Rahmens 11.

Die Winkelgeber 44, 45 für Azimut und Elevation und die
Tachogeneratoren 31, 41 sowie der Laser-Entfernungs-
messer 16 und die Kamera 20 sind in geeigneter Weise
25 über Sensorkabel 50, 50' und über am Lagerfuß 26 ange-
ordnete Stecker 51, 51' sowie eine diesen zugeordnete Ver-
drahtung 52, 52' mit der Steuereinheit 25 verbunden. Die
Steuereinheit nimmt in einem Elektronikgehäuse 54, auf
dem die Lagerung 26 für Lagerzapfen 24 des Azimutrahmens 11

- 11 -

0007731

angeordnet ist, eine im einzelnen hier nicht interessierende Steuerelektronik mit Energieversorgung Netzteil, Leistungsstufen und Geschwindigkeits-Lageregelung für Azimut und Elevation auf, ferner eine Schnittstellenelektronik mit externem V24-Interface, Laser-Interface, BAG-Interface, Kamera-Interface und einem Datenspeicher. In der Zeichnung sind insoweit mehrere Einschubkarten 55 und ein Datenspeicher / Floppy 56 angedeutet. Mit der Steuereinheit 25 ist über ein ebenfalls nur angedeutetes Kabel 57 das Bediengerät 60 verbunden, das mit einem Kamera-Monitor 61 in Form eines Flachbildschirms mit eingeblendetem Zielkreuz 62, einem Datenmonitor 63, diversen Bedien- und Anzeigetasten 64, 65 und einem Joy-Stick 66 zur Grob- / Feinrichtung der als Zielerfassungsgerät dienenden Kamera 20 und damit des mit der Kamera ausgerichteten Laser-Entfernungsmessers 16 auf den Zielpunkt versehen ist.

Zum Vermessen der Koordinaten eines Raumpunktes wird der Meßkopf 10 unter Sichtkontrolle durch manuelle Ansteuerung oder durch Vorgabe einer abgespeicherten Blickrichtung bis zur Erfassung des fraglichen Raumpunktes und dessen Darstellung im Monitor 61 des Bediengerätes 60 grob ausgerichtet. In Fig. 3 ist ein auf einer angedeuteten Zielmarke 70 angebrachter Raumpunkt 71 im Monitor dargestellt. Nach der Grobausrichtung wird mittels Joy-Stick eine Feinausrichtung in der Weise vorgenommen, daß ein in den Monitor eingeblendetes Fadenkreuz 62 zur Deckung mit dem Zielpunkt 71 gelangt. Die mit der Zielachse des Zielerfassungsgerätes, bei dem es sich in aller

Regel um eine Kamera handelt, ausgerichtete Zielachse
des Entfernungsmeßgerätes 16 ist dann ebenfalls präzise
auf den Zielpunkt bzw. einen letzterem zugeordneten
Referenzpunkt ausgerichtet. Bei der im Monitor 61
05 in Fig. 3 dargestellten Zielmarke 70 ist unter dem
Zielpunkt 71 ein Laserreflektor 72 angeordnet, der
bei der Entfernungsmessung mittels des Laser-Entfer-
nungsmeßgerätes 16 den Laserstrahl reflektiert. Die
bei der Messung ermittelten Daten kommen dann im
10 Datenmonitor 63 zur Anzeige.

Anmelderin: IBP Pietzsch GmbH
Hertzstraße 32-34
D-76275 Ettlingen

(neue) Schutzansprüche
=====

1. Meßeinrichtung zur Positionsbestimmung opto-elektronisch darstellbarer Raumpunkte, dadurch gekennzeichnet, daß ein um eine Azimut-Achse (12) und eine Elevations Achse (14) bewegbarer Meßkopf (10) mit einem Zielerfassungsgerät (18, 19, 20) und einem Entfernungsmeßgerät (16) ausgerüstet ist, deren Zielachsen präzise aufeinander ausgerichtet sind und unter einem vorbestimmten Winkel gegenüber den Bewegungsachsen (12, 14) des Meßkopfs verlaufen, daß jeder Bewegungsachse ein Stellantrieb (32, 40) und ein Winkelgeber (44, 45) zugeordnet sind, daß die Stellantriebe und die Winkelgeber sowie das Zielerfassungsgerät und das Entfernungsmeßgerät mit einem Rechner wirkverbunden sind und daß letztere mit einem Bediengerät verbunden ist.

2. Meßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Bediengerät (60) einen Zielpunktmonitor (61) mit Zielkreuzeinblendung und einen Datenmonitor (63) zur Meßwertanzeige besitzt sowie mit Bedien- und Anzeigetasten (64, 65) und einem Joy-Stick (66) zum Grob-/Feinrichten des Meßkopfes (10) ausgerüstet ist.

3. Meßeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Bewegungsachsen (12, 14) des Meßkopfs jeweils rechtwinklig zu den aufeinander ausgerichteten Zielachsen des Zielerfassungsgerätes (18, 19, 20) und des Entfernungsmeßgerätes (16) verlaufen.

4. Meßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Bewegungsachsen (12, 14) des Meßkopfs (10, 15) einander in einem Punkt schneiden.

5. Meßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßkopf (10) aus einem um eine vertikal verlaufende Achse (12) für Azimut drehbar gelagerten Raumen (11) und einem in letzterem um eine horizontal verlaufende Achse (14) für Elevation schwenkbar gelagerten Träger (15) besteht, auf dem das Zielerfassungsgerät (18, 19 20) und das Entfernungsmeßgerät (16) angeordnet sind:

6. Meßeinrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Stellantriebe (32, 40) dem den Träger (15) aufnehmenden Rahmen (11) zugeordnet und jeweils mit der Achse (12, 14) für Azimut bzw. Elevation schlupflos wirkverbunden sind.

7. Meßeinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Stellantriebe (32, 40) mit der jeweils zugeordneten Achse (12, 14) für Azimut bzw. Elevation über Zahnriementriebe (27, 36) wirkverbunden sind.

03.08.94
- 3 -

8. Meßeinrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkelgeber (45) der Elevations-Achse (14) in bzw. an dem den Träger (15) aufnehmenden Rahmen (11) und der Winkelgeber (44) der Azimut-Achse (12) im Bereich der Lagerung dieser letztgenannten Achse angeordnet sind.

9. Meßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, gekennzeichnet durch die Übereinanderanordnung des Zielerfassungsgerätes (18,19,20) und des Entfernungsmessgerätes (16).

10. Meßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, gekennzeichnet durch eine Kamera (18) mit Weitwinkeloptik und eine Kamera (19) mit Teleobjektiv als Zielerfassungsgerät.

11. Meßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, gekennzeichnet durch eine Zoom-Kamera (20) als Zielerfassungsgerät.

12. Meßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Kamera (18, 19, 20) unmittelbar eine im Strahlengang angeordnete Entfernungsmesseinrichtung zugeordnet ist.

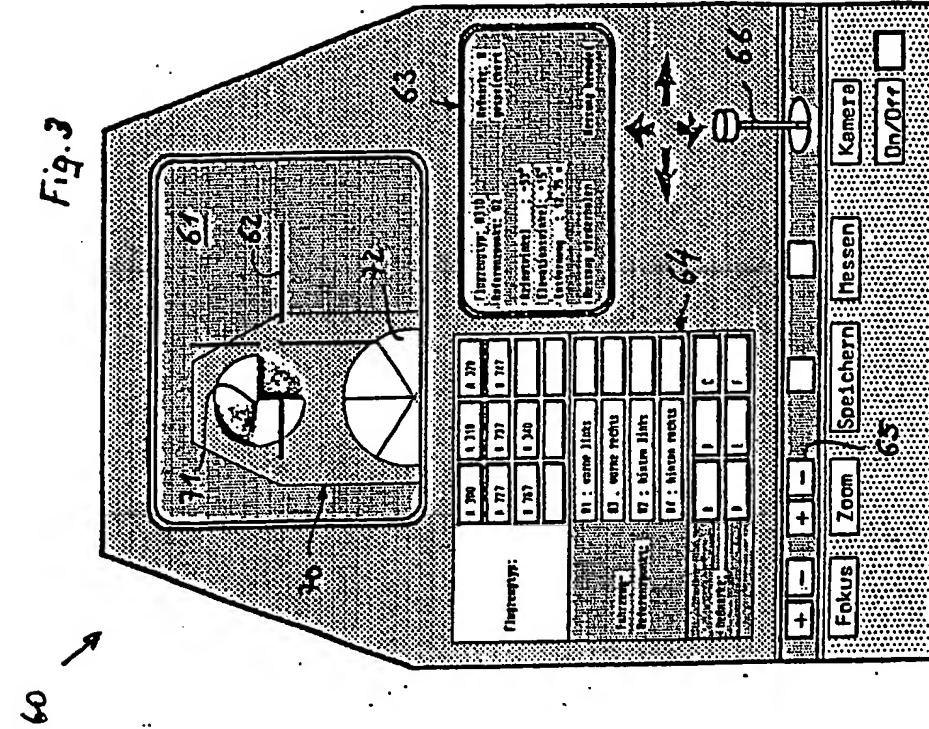
13. Meßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß über zwei im Winkel zueinander angeordnete Kameras ein Stereobild erzeugt wird.

14. Meßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Anordnungen strahlenresistent sind.

15. Meßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, gekennzeichnet durch ein Laser-Entfernungsmessgerät als Längenmeßeinrichtung.

9007731

03.08.94



9007701

03.08.94

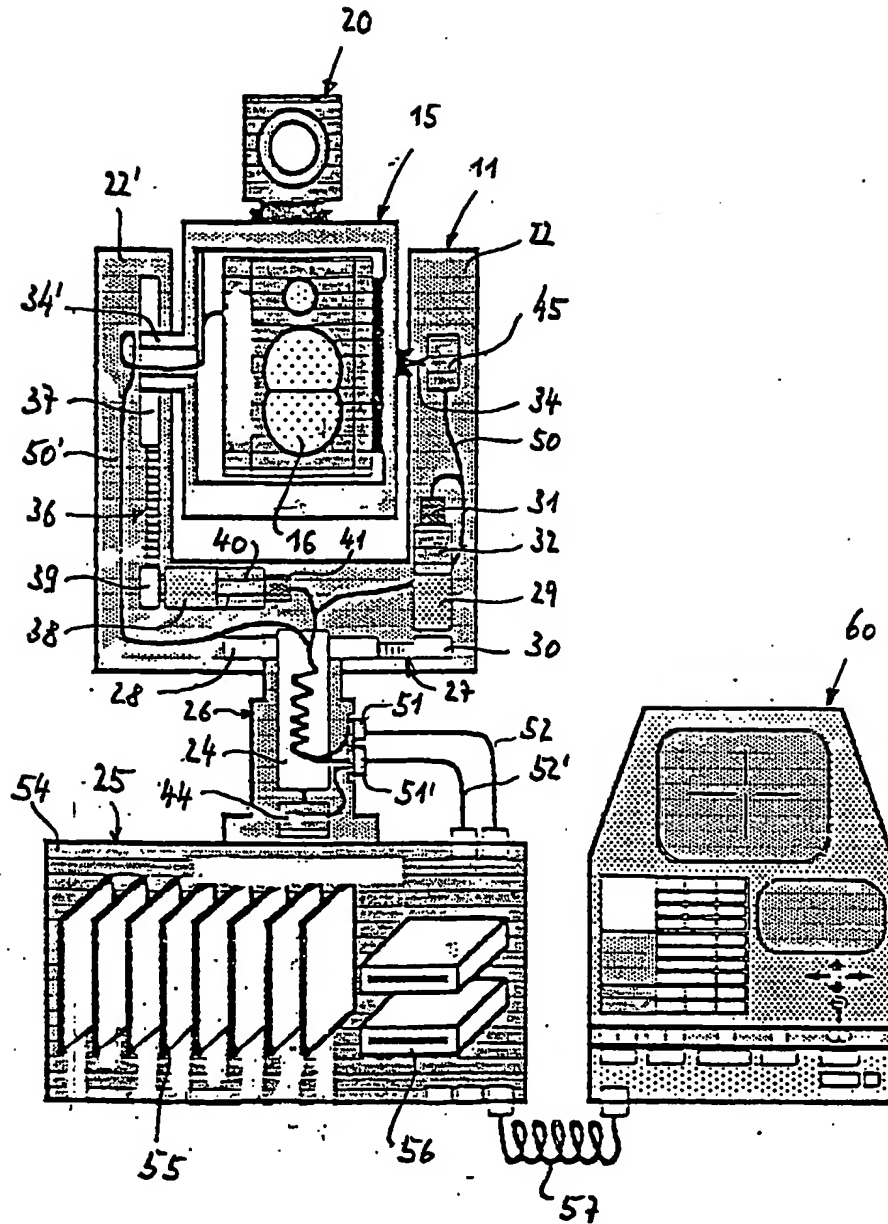


Fig. 2

9007731

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.